

# האם פיתוח שדה קידוחי שומרה משפיע על ספיקת מעיינות כרכרה?

רימר, א.

\*חקר ימים ואגמים לישראל בע"מ, המעבדה לחקר הכנרת. alon@ocean.org.il

## 1. הקדמה

מעיינות כרכרה הנובעים בערוץ נחל בצת, מהווים מקור לזרימת מים (1 מיליון מ"ק לשנה) בקטע שארכו כ-2 ק"מ מנקודת הנביעה ועד לנקודת שאיבה במורד נחל בצת מצפון לקיבוץ אילון. למי המעיינות שימוש דו-תכליתי: 1. במעלה הנחל, בין נקודת הנביעה לקיבוץ אילון מי המעיינות הם מקור החיים העיקרי לנחל בצת. הנחל הוא פנינת טבע, אפיקו עשיר בצמחייה ובעלי חיים, והוא אחד הנחלים המרשימים והעשירים ביותר בגליל העליון. בשל תכונותיו אלה הנחל מהווה מוקד משיכה לטיולי טבע ואתר תיירות מהחשובים בגליל העליון. 2. במורד האזור המתוייר נשאבים המים ע"י קיבוץ אילון, ומשמשים להשקיית גידולים חקלאיים, גינון, ושימוש ביתי.

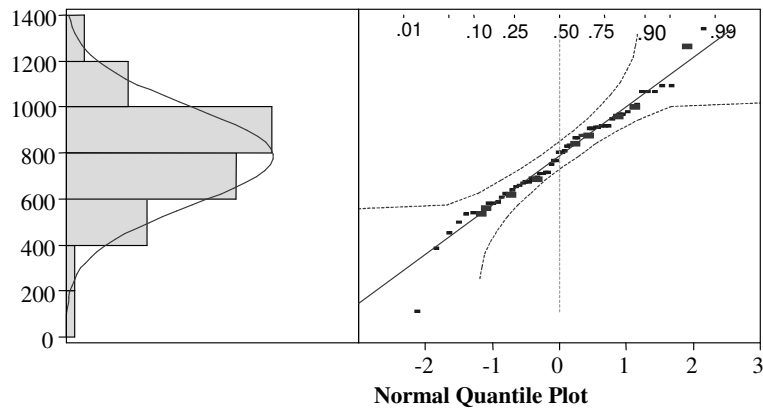
בעשור שבין 1990 לשנת 2000 נמצאו עדויות כי השפיעה מן המעיינות פוחתת. כתוצאה מכך קטנה כמות המים הזורמת באפיק הנחל, וחלה ירידה בפוטנציאל המים שעמד לרשות קיבוץ אילון. **ההשערה המיידית היא שהגורם להפחתה זו היה שאיבה מוגברת באזור שומרה מן האקוויפר שבמעלה המעיינות.** התבוננות בתנודות העונתיות של שפיעת המעיינות לבדן איננה מספקת ע"מ לדחות או לקבל את הקביעה כי קיימת הפחתה בשפיעה, ולקבוע את הגורמים לכך. משתנים רבים משפיעים על נביעת מעיינות כרכרה ויש להתייחס אל כל אחד מהם בנפרד: 1. התנאים ההידרוגיאולוגיים של אזור המעיינות כגון מבנה השכבות, תחום אזורי העשרה, קשרים הידראוליים בין שכבות אקוויפריות, ומוליכויות הידראוליות אופייניות; 2. משטר הגשמים האזוריים; ו-3. ניצול המים לשאיבה מקומית. מטרת עבודה זו היתה לרכז, לנתח ולהציג את הנתונים על ספיקת מעיינות כרכרה, ועל הגורמים השונים המשפיעים על כמויות המים במעיינות בפרט, ובאזור השאיבה של בארות שומרה בכלל. העבודה בוצעה בשנת 2001.

## 2. ההידרוגיאולוגיה של אזור שומרה

תיאור הסטרטיגרפיה בתחומי האזור הנדון (שומרה-כרכרה) התבסס רובו ככולו על עבודותיהם של מנדל וארד (1958), כפרי (1969), מיכלסון וגודשטוף (1974), גלעד ושלוני (1983), שכנאי וגוטמן (1993), בר יוסף, מיכאלי ווולמן (NRD, 1997), ועל מפות המכון הגיאולוגי (1998). תצורות בענה וסכנין בונות את אקוויפר הקנומן עליון טורון, המהווה את האקוויפר העליון של חבורת יהודה. תצורת יגור בונה את אקוויפר הקנומן התחתון המהווה את חלקו התחתון של אקוויפר חבורת יהודה. תצורת דיר חנא, מהווה חציצה אקוויקלודית בין שני אקוויפרים אלה. מעיינות כרכרה בנחל בצת נובעים בבסיס האקוויפר העליון, במעלה המזרחי של נחל בצת. **מזרחה למעיינות ייתכן ונעלמת החציצה האקוויקלודית ונוצר קשר דרכו מזין האקוויפר העליון את האקוויפר התחתון.** מי הגשם מחלחלים לקרקע בעיקר באזורים המוגדרים כמחשוּפּי האקוויפר העליון שממזרח למעיינות, ובמקומות בהם קיים קשר הידראולי טוב עם שכבות האקוויפר התחתון המים נקווים באקוויפר משותף (עליון ותחתון) ולא ניתן להפריד מבחינה מעשית בין שני גופי המים.

### 3. משטר הגשמים באזור אילון ושומרה

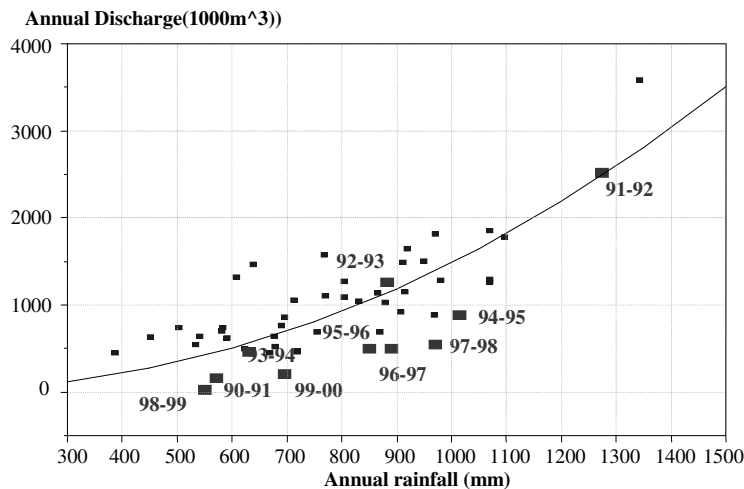
ניתוח מצב הגשם באזור שומרה ונחל בצת נעשה ע"פ נתוני עובי גשם הנמדדים בתחנת אילון משנת 1938. הממוצע הכללי של עובי גשם שנתי באילון הוא כ- 790 מ"מ. נבחנה השערה תיאורתית כאילו כמות הגשמים בשנים האחרונות פחותה מכפי שהיתה בשנים קודמות, ונותחה התפלגות נתוני הגשם השנתי במהלך כל שנות המדידה. התוצאות ברמת הניתוח של גשם עונתי אינן מצביעות על שינוי בפילוג ובכמות הגשמים ב- 10 השנים האחרונות בהשוואה ל- 50 השנים שקדמו להן (תרשים 1).



תרשים 1: התפלגות של גשם שנתי (מ"מ) במהלך 60 שנות מדידה בתחנת אילון. בתרשים מימין סידור הנקודות המדודות לאורך עקום ליניארי כאשר הציר האפקי הוא ציר ההתפלגות הנורמלית מצביע על התפלגות נורמלית מובהקת. הנקודות הגדולות הן 10 השנים האחרונות שגם בהן ההתפלגות זהה לכל השנים האחרות.

### 4. משטר השפיעה של מעיינות כרכרה

שפיעת מעיינות כרכרה נמדדת בקביעות ע"י השרות ההידרולוגי. נתונים קיימים משנת 1948. שפיעת השיא החודשית היא בד"כ בחודשים פברואר ומרץ בהם שופעים המעיינות כ- 150,000 ו- 160,000 מ"ק בחודש בהתאמה. בחודשים ספטמבר- אוקטובר – נובמבר, השפיעה היא בד"כ מינימלית, ועומדת על כ- 40,000 עד 50,000 מ"ק.



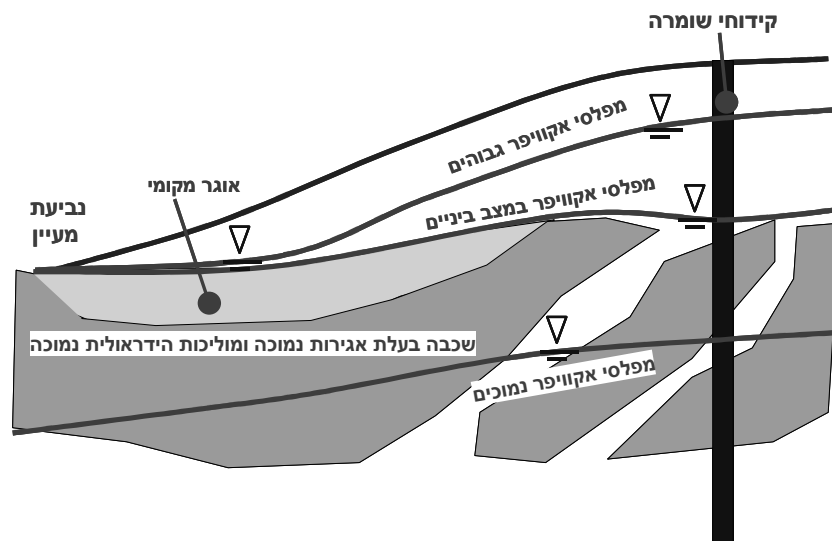
תרשים 2. שפיעת מעיינות כרכרה כנגד גשם עונתי. התוצאות המסומנות במלבן גדול הן שפיעת המעיינות בעשור האחרון, שבמרבית המקרים מופיעות בחלקו התחתון של קו הרגרסיה.

עד תחילת שנות ה-90 כמויות המינימום השנתיות שנרשמו במעיינות בשנים שחונות היו כ-0.45 מלמ"ק. בין השנים 1990 ל-2000 נרשמו 3 שנים שבהן השפיעה היתה נמוכה מערך זה באופן מובהק. בניית השפיעות החודשיות והשוואתן לשנים קודמות נמצא שבכל העשורים שבין 1950 ל-1990 התפלגות הסטיות מממוצע השפיעה החודשי דומה להתפלגותן באוכלוסיה הכללית. לעומת זאת, בעשור שבין 1990 לשנת 2000 קיימת סטייה ברורה כלפי ערכים שליליים. המשמעות של התוצאה היא שבעשור זה השפיעות החודשיות היו קטנות מהשפיעה החודשית הממוצעת של כלל השנים. כמו כן, כאשר משרטטים משוואת קירוב של יחסי גשם – שפיעת מעיינות (תרשים 2), נתוני 1990-2000 מופיעים במרבית המקרים בחלקו התחתון של קו הרגרסיה. **בכך מתחזקת הטענה להפחתה בשפיעת המעיינות, ללא קשר למשטר הגשמים.**

## 5. נתוני מפלסים

מדידות מפלסים סטטיים מקידוחי שומרה ויערה העומדים לרשותנו הם מתחילת שנות ה-80. קיים הפרש עומד בין שתי בארות שומרה 3 ו-4 בשעור של כ-50 מטר, והמרחק ביניהן הוא כ-1500 מ'. הגרדיאנט ההידראולי הוא כ-0.033 לכיוון מערב, ומכאן שהזרימה היא באופן מובהק לכיוון מעיינות בצת. לאחר שנת 1990 חלו שינויים משמעותיים בתודת המפלסים בקידוח שומרה 4, המצביעים על הפרת המצב היציב שאיפין את האזור לפני תקופה זו.

המפלסים הנמדדים ביערה נמוכים בכ-200 מטר מנקודת הנביעה של מעיינות כרכה. וספק רב אם יש בנתונים אלה כדי להצביע על קשר כלשהו למעיינות. לעומת זאת, המפלסים הנמדדים בשומרה מצביעים על מגמת שינוי ברורה. בין השנים 1980-1990 היו המפלסים בקידוח שומרה 4 ברום 300 מ' בממוצע, כ-50 מטר מעל נקודת הנביעה, ומפלסי שומרה 3 ממזרח כ-50 מ' גבוהים יותר. משרעת התנודה בין קיץ לחורף היתה כ-20 מטר בקירוב. בעשור 1990-2000 ירדו המפלסים בשומרה 4 באופן מובהק, ומשרעת תנודתם בין קיץ לחורף קרובה ל-100 מטר. ניתן לפרש נתונים אלה, ואת הקשר בינם לבין נביעת המעיינות באמצעות תרשים 3:



תרשים 3: מצב מי התהום ב-3 מצבים משוערים: 1. מפלסים גבוהים: העשרה מתמדת של אזור המעיינות. 2. מפלסים במצב ביניים. 3. מפלסים נמוכים: ללא העשרה, אפשרות להתייבשות המעיינות.

ע"פ השערתנו האקוויפר בחלקו העליון (מעל רום 250-260 מטר בערך) הוא בעל אגירות גבוהה יחסית, ואילו תחת רום זה אגירותו פוחתת. כמו כן, כל עוד מפלס האקוויפר המזין את האקוויפר השעון של המעיינות הוא גבוה, מתקיימת הזנה קבועה של המעיינות והם שופעים באופן רציף בתגובה לגשם המעשיר

את האקוויפרים שבמעלה. כאשר יורד המפלס מתחת לרום נתון (כ- 260 מ') הנביעה במעיינות היא מקומית, ועלולה להיפסק כמעט לחלוטין כאשר ייגמר האוגר המקומי המזין אותה. קיים ככל הנראה טווח רחב של שפיעות אפשריות כאשר מפלס האקוויפר בשומרה הוא מעל 260 מ'. במצב כזה – בשל המרחק הרב בין המעיינות ואיזור הבארות - השפיעה איננה פונקציה ליניארית של המפלס אלא תלויה בזמן. כאשר המפלסים בשומרה יורדים מתחת לערך סף זה, הזרימה במעיינות ניזונה מאוגר מקומי ומגרדיאנטים הידראוליים נמוכים המאפיינים את האוגר המקומי. לפיכך לא תיתכנה שפיעות גדולות במפלסים נמוכים. חשוב לציין כי המדובר בהנחת מנגנון שפיעה מסויים, שהיא הגיונית ונסמכת על הנתונים הקיימים, אך לא ניתן היה לאשר או להפריך הנחת מנגנון זה ברמת סבירות גבוהה בשל איכות הנתונים שלפיהם בוצעה עבודה זו.

## 6. נתוני ההפקה

הקידוחים השואבים באגן סולם צור חולקו לפי פריסתם בשטח ואופיים מבחינה הידרוגיאולוגית לשלוש קבוצות: קידוחי שלומי-ראש הנקרה, קידוחי יערה וקידוחי שומרה. השאיבה מאקוויפר סולם צור החלה בעונת 1960/61 בקידוחי שלומי-ראש הנקרה ששאבו כ- 3 מלמ"ק לשנה, ואח"כ כ- 5 מלמ"ק לשנה בתחילת שנות ה-90. בשנת 1964/65 החלה השאיבה באיזור יערה והגיעה עד למכסימום של כ- 8.5 מלמ"ק בשנת 1990/91. בשנת 1983/84 החלה השאיבה בשדה שומרה, עם הפעלתו של קידוח שומרה 3. בתחילה נוצל כמלמ"ק לשנה, ובתחילת שנות ה-90 עלתה השאיבה בשדה זה ל- 2 מלמ"ק לשנה הנשאבים בקידוחים שומרה 2, 3 ו- 4.

## 7. סיכום

בבחינת הנתונים של קבוצות הקידוחים השונות יש הצדקה לייחס להפקה מקידוחי שומרה ויערה את ההשפעה העיקרית על פחיתת שפיעת המעיינות. השאיבה משתי קבוצות הקידוחים נשארה אמנם יציבה החל משנת 1991, אך זהו הפירוש הממשי של שאיבת יתר- שאיבה קבועה ע"פ זמן ארוך של כמויות מים, שיחד עם ההתנקזות הטבעית עולות על כמות המים המעשירה את האקוויפר בחלחול מי גשמים. כתוצאה ממשטר שאיבת היתר מקבוצת קידוחים במעלה הזרימה (שומרה) וקבוצת קידוחים במורד (יערה) חלה על פני מספר שנים ירידה כוללת במפלסים הסטטיים של האקוויפר. ירידת המפלס הסטטי גורמת להפחתה בהפרש העומדים ההידראוליים שבין מעלה האקוויפר ונקודת המוצא של המעיינות, ולהפחתה בשפיעה.

## 8. ספרות

בר יוסף י., א. מיכאלי וס. וולמן, NRD. (1997). תכנון הידרולוגי של הפקה מאגן הנעמן, דו"ח מסכס. הוגש לנציבות המים- אגף התכנון.

גלעד ד. ו.ש. שלוני. 1983. מודל הידרוגיאולוגי-עינות הגעתון. דו"ח השרות ההידרולוגי 1983/5155

כפרי א., 1970. ההידרוגיאולוגיה של חבורת יהודה בגליל המערבי והמרכזי. המכון הגיאולוגי. דו"ח הידרו/170.

מיכלסון ח. וי. גודשטוף, 1974. הגיאואידרולוגיה של אקוויפר הקנומן בגליל העליון והמרכזי. תה"ל. תל-אביב, 71/74/01

מנדל ש. וא. ארד. 1958. דיווח ראשון על הגיאואידרולוגיה של הגליל המערבי. דו"ח תה"ל.

מפה גיאולוגית של ישראל. 1998. המכון הגיאולוגי.

שכנאי ע. וי. גוטמן, 1993. אגן סולם צור, ניתוח המודל ההידרוגיאולוגי ותופעות ההמלחה. תה"ל. תל-אביב, 88/93/01

שנתון הידרולוגי לישראל 1997-1998-1999. משרד התשתיות הלאומיות, נציבות המים, השרות ההידרולוגי.